

Die thermographische Beurteilung der Dupuytrenschen Kontraktur

Vorgelegt

von

Marlis Kauder-Nowak

aus

Berlin



Digitized by the Internet Archive
in 2026

Aus der Klinik für Chirurgie der
Universität Erlangen-Nürnberg
Direktor: Prof. Dr. F.P. Gall

Die thermographische Beurteilung der
Dupuytrenschen Kontraktur

Inaugural-Dissertation
zur Erlangung der Doktorwürde
der Medizinischen Fakultät
der Friedrich-Alexander-Universität
Erlangen-Nürnberg

vorgelegt von
Marlis Kauder-Nowak
aus Berlin

Gedruckt mit Erlaubnis der Medizinischen Fakultät
der Universität Erlangen-Nürnberg



Dekan: Prof. Dr. W. Kersten
Referent: Priv. Doz. Dr. med. L. von Rauffer
Korreferent: Prof. Dr. F. P. Gall

Tag der mündlichen Prüfung: 13.10.1980

Meinen Eltern.

INHALTSVERZEICHNIS

I. Einleitung

1. Die Körpertemperatur des Menschen
 - a) Temperaturregulation beim Menschen
 - b) Körpertemperatur als Mittel zur Diagnostik
2. Die Thermographie
 - a) Prinzip der Thermographie
 - b) Bisherige Untersuchungen auf dem Gebiet der Thermographie
3. Krankheitsbild der Dupuytren'schen Kontraktur

II. Eigene Untersuchungen

1. Erklärung des Thermographiegerätes
2. Beschreibung der Untersuchungsbedingungen
3. Verteilung der Temperaturzonen an der gesunden Hand
4. Patientengut
5. Temperaturverteilung bei der Dupuytren'schen Kontraktur
 - a) Präoperativ
 - b) Postoperativ
 - c) Rezidive
6. Postoperative Entwicklung einer Sudeck-Dystrophie

III. Diskussion

IV. Zusammenfassung

V. Literaturverzeichnis

I. EINLEITUNG

1. Die Körpertemperatur des Menschen

a) Temperaturregulation beim Menschen

Der Mensch als homoiothermes Lebewesen hat die Fähigkeit, seine Körperinnentemperatur (Kerntemperatur) innerhalb gewisser Grenzen konstant zu halten. Dazu besitzt er ein kompliziertes Regulationssystem, dessen zentraler Thermorezeptor im Hypothalamus angesiedelt ist. Innere und äußere Temperaturfühler registrieren jede Abweichung vom Sollwert. Mit Hilfe der äußeren Temperaturfühler in der Haut werden Abkühlungen und Erwärmungen auf dem Nervenwege an die Regulationszentren übermittelt.

Neben den inneren Organen und der Skelettmuskulatur, die die Wärmebildung steuern, kommt den Schweißdrüsen und den Hautgefäßen die Aufgabe der Temperaturregulation zu. Besondere Bedeutung haben die Gefäße der Extremitäten, vor allem der Hände. Die Finger haben im Verhältnis zum Volumen eine große Oberfläche und sind somit bevorzugte Stellen der Wärmeabgabe. Je nach kalter oder warmer Umgebung schwanken die Durchblutungsverhältnisse zwischen 0,2 und 120 ccm pro 100 ccm Gewebe, das ergibt ein Verhältnis von 1:600 (H. HENSEL).

Diese enorme Variationsbreite muß bei der Erstellung eines Thermogramms der Hand berücksichtigt werden. Sie erklärt die Bedeutung einer konstanten Temperatur und, soweit möglich, auch einer konstanten Luftfeuchte im Meßraum.

b) Körpertemperatur als Mittel zur Diagnostik

Zahlreiche Krankheitsbilder rufen eine Veränderung der allgemeinen Körpertemperatur oder auch der örtlichen Oberflächentemperatur hervor. Diese Tatsache wird schon seit langer Zeit diagnostisch ausgenutzt. Zunächst konnte nur mittels Palpation gearbeitet werden, seit Mitte des letzten Jahrhunderts wurde das Fieberthermometer verwendet. Dieses kann jedoch nur Aussagen über die Körperkerntemperatur machen. Beim Fieber handelt

es sich um eine Sollwertsverstellung der Regelungszentren, was zu einer Erhöhung der Kerntemperatur führt.

Schwierigkeiten bereitete seit je her die objektive Beurteilung regionaler Temperaturabweichungen. Viele Krankheitsprozesse gehen mit einer Veränderung der Oberflächentemperatur in einem umschriebenen Bezirk einher. Vergleichende Messungen an symmetrischen Stellen des Körpers können gute Aussagen über pathologische Vorgänge und teilweise auch über die Ursache einer Erkrankung liefern.

Die Messung der Hauttemperatur war nicht so einfach zu bewerkstelligen wie die Messung der Kerntemperatur. Zunächst mußte man sich mit Kontaktthermometern begnügen, die, obgleich mit einigen Fehlern behaftet, auch schon brauchbare Ergebnisse lieferten.

1956 berichtete LAWSON über Hauttemperaturmessungen mit dem Kontaktthermometer an Brüsten mit nachgewiesenem Mammakarzinom. Er konnte beträchtliche Temperaturerhöhungen gegenüber der gesunden Seite feststellen.

Seine Ergebnisse zogen eine Reihe verschiedenartigster Untersuchungen der Oberflächentemperatur des menschlichen Körpers nach sich.

2. Die Thermographie

a) Prinzip der Thermographie

Mit dem Fortschritt der Technik wurden bildgebende Temperaturmeßgeräte entwickelt, sogenannte Thermographiegeräte. Sie arbeiten berührungsfrei, indem sie die vom Körper abgegebene Infrarot-Strahlung messen.

Jeder Körper, der eine über dem absoluten Nullpunkt von -273° (0° K) liegende Temperatur besitzt, gibt Infrarot-Strahlung an seine Umgebung ab. HARDY veröffentlichte 1954 Ergebnisse, nach denen die menschliche Haut sogar die Bedingungen eines "schwarzen Körpers" im Infrarot-Wellenlängenbereich erfüllt. Danach absorbiert die Haut die auf sie einfallende Infrarote Strahlung völlig und strahlt sie auch annähernd ideal ab.

Damit kann das Stephan-Boltzmannsche Gesetz Anwendung finden:

$$W_{\text{tot}} = \text{const } T^4 \quad (\text{Watt/cm})$$

Die gesamte Strahlungsleistung W_{tot} eines schwarzen Körpers ist von seiner absoluten Temperatur T abhängig.

Nach diesem Gesetz läßt sich anhand der Infrarot-Strahlungsleistung die Temperatur eines schwarzen Körpers bestimmen. Alle Thermographiegeräte arbeiten nach diesem Prinzip.

b) Bisherige Untersuchungen auf dem Gebiet der Thermographie

Mit den neuen Geräten nahmen die Temperaturmessungen im medizinischen Bereich einen großen Aufschwung, zumal die Methode den Patienten nicht belastet und auch keinen großen Zeitaufwand erfordert.

Die weitaus größte Anzahl aller Veröffentlichungen auf dem Gebiet der medizinischen Thermographie befaßt sich mit der Diagnostik des Mammakarzinoms. Dabei wurde die Methodik schon so weit verfeinert, daß die Infrarot-Thermographie als Mittel zur Früherkennung Anwendung findet.

Zahlreiche weitere Untersuchungen wurden durchgeführt. Die Schwerpunkte lagen dabei auf dem Gebiet der Tumoren allgemein, der Lokalisation der Placenta, der peripheren Durchblutungsstörungen, rheumatischer Erkrankungen, entzündlicher Prozesse aller Art sowie Gefäßerkrankungen und Verbrennungen.

Es wurden nicht nur Artikel veröffentlicht, die sich mit speziellen Fragestellungen befassen. Man stellte auch allgemeine Betrachtungen über Methodik und Nutzen der Thermographie in der Medizin an.

Bereits 1965 konnte GERSHON-COHEN einen zusammenfassenden Überblick über die große Zahl der Veröffentlichungen geben. 1967 berichtete GROS über die Anwendungsmöglichkeiten der Thermographie.

GROS war einer der ersten, der sich mit der Thermographie der Hand beschäftigte (1968). In seinem Bericht über rheumatoide Arthritis und Arthrosen der Hand machte er den Versuch, ein "Normalthermogramm" der Hand aufzustellen.

Im Vergleich zur Vielzahl der thermographischen Untersuchungen der Mamma nimmt sich die Zahl der Veröffentlichungen über Handchirurgie und plastische Chirurgie bescheiden aus.

Die Methode bietet sich in der plastischen Chirurgie vor allem zur Prüfung der Durchblutungsverhältnisse von Hautlappen an.

PATTERSON, BERGER und TEICH-ALASIA (alle 1970) konnten anhand der Thermographie Zirkulationsstörungen bei gestielten Lappenplastiken rechtzeitig erfassen.

Gute Ergebnisse auf dem gleichen Gebiet erzielte auch ABBES (1974).

Mit der Thermographie der Hand befassten sich neben GROS auch DARDOUR (1975) und HUBER (1975).

Über das spezielle Gebiet der Dupuytrenschen Kontraktur (DK) in der Handchirurgie berichteten bisher nur KOOB (1972) und HACKETT (1974).

3. Krankheitsbild der Dupuytrenschen Kontraktur

Bei der DK handelt es sich um eine Verhärtung und anschließende Schrumpfung der Palmaraponeurose. Die entstehenden bindegewebigen Stränge und Knötchen wachsen in Richtung Hohlhandhaut und Fingergrundglieder, es kommt zu einer zunehmenden Beugekontraktur im Fingergrund- und Fingermittelgelenk.

In der Literatur findet man unterschiedliche Angaben über die histologische Natur der Aponeurosenveränderungen. REIFFERSCHIED spricht von einer Hyperplasie, NIGSI von einer Bindegewebsmetaplasie, IDELBERGER von einer echten Bindegewebsneubildung. Dieser Theorie schließt sich MEISTER an, wenn er die Palmarfibromatose, wie er die Dupuytrensche Erkrankung nennt, histologisch den Proliferationen kollagenbildender Zellen zuordnet. (fibroblastic disorders).

Es wird eine Einteilung in drei Phasen vorgenommen (nach LUCK):

1. Proliferationsphase.

Zellreich mit geringer Kollagenfaserbildung.

2. Involutionsphase.

Zunehmende Kollagenfaserbildung und parallele Ausrichtung der Zellen.

3. Residualphase.

Deutliche Faserbildung gegenüber dem angrenzenden aponeurotischen Fasergewebe gleicher oder zum Teil geringerer Zelldichte.

Diese histologischen Befunde machen keinerlei Aussage über die klinische Stadieneinteilung (MEISTER), die in der Praxis angewandt wird:

- Stadium I: Palmaraponeurose mit knotiger Verdickung jedoch ohne Kontraktur.
- Stadium II: Kontraktur im basalen Fingergelenk.
- Stadium III: Zusätzliche Kontraktur im proximalen interphalangealen Gelenk.
- Stadium IV: Hyperextension im distalen interphalangealen Gelenk.

Die Ätiologie der Erkrankung ist unklar. Eine größere Erkrankungshäufigkeit wird bei chronischen Alkoholikern und Epileptikern angegeben. Öfter beobachtet man auch das Zusammentreffen von DK und Cervicalsyndromen. Periphere Zirkulationsstörungen können als zusätzliche Krankheitsbefunde festgestellt werden (MEISTER), was wohl auch das häufigere Zusammentreffen von DK und Diabetes mellitus erklärt. Auch berufliche und sportliche Belastung sowie erbliche Disposition werden diskutiert.

Die Vermutung liegt nahe, daß sich durch die zunehmende bindegewebige Verhärtung des Gewebes und die Kontraktur der Finger Rückwirkungen auf die Gefäßversorgung ergeben, womit auch die Oberflächentemperatur beeinflußt wäre. Dies ließe sich anhand thermographischer Untersuchungen feststellen.

Da bisher, wie schon erwähnt, nur zwei Arbeiten vorliegen, die sich neben anderen Fragestellungen aus dem Gebiet der Handchirurgie auch mit thermographischen Untersuchungen der DK befassen (KOOB 1972, HACKETT 1974), wurde der Versuch unternommen, die Möglichkeiten und den Nutzen der Thermographie auf diesem Gebiet festzustellen.

II. EIGENE UNTERSUCHUNGEN

1. Erklärung des Thermographiegerätes

Verwendet wurde ein Gerät der Firma Bofors. Es besteht aus Kamera und Sichtgerät.

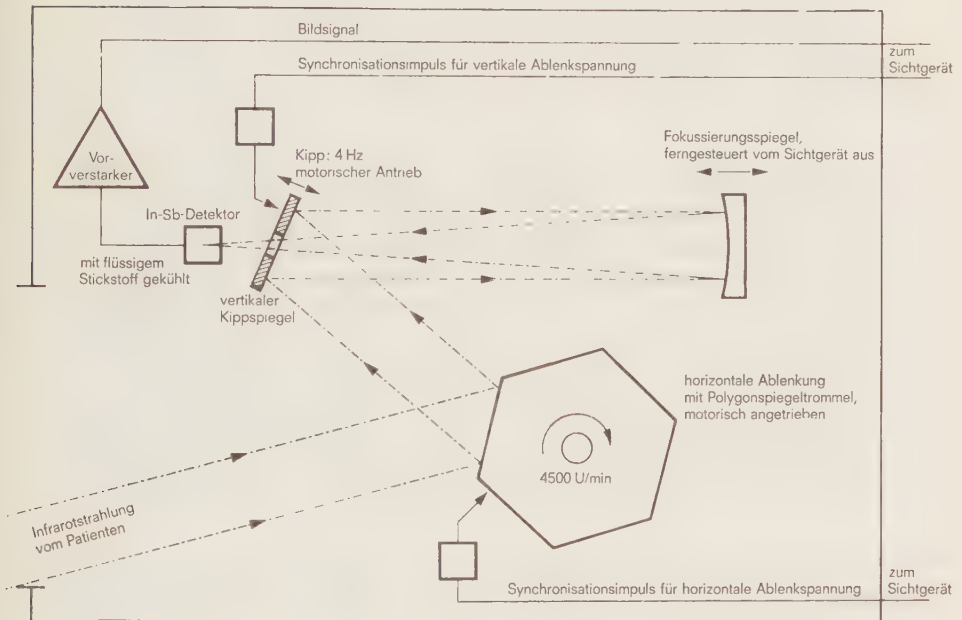


Abb. 1 Kamera-Einheit und Infrarot-Strahlengang

Aus: R. Wilhelm: Eine moderne Infrarot-Kamera für die medizinische Thermographie (Sonderdruck aus Electromedica 1, 1969 S. 1-5)

Die von der Hautoberfläche abgestrahlte Infrarot-Strahlung wird von einer Kameraeinheit aufgefangen. (Abb. 1). Ein System motorisch bewegter Spiegel (ein Polygonspiegel, ein vertikaler Klippspiegel und ein Fokussierungsspiegel) führt die Infrarot-Strahlung zu einem Detektor, der die Infrarot-Wellen in elektrische Energie umwandelt. Der Detektor ändert seine elektrische Leitfähigkeit je nach der auf ihn einwirkenden Strahlungsintensität. Da im Bruchteil einer Sekunde ca. 20 000 Bildpunkte abgetastet werden müssen, verwendet man Indium-Antimonid-Kristalle, die eine Ansprechzeit von etwa einer Millisekunde haben. Diese Indium-Antimonid-Detektoren müssen mit flüssigem Stickstoff, der eine Temperatur von -196° hat, gekühlt werden.

Das im Detektor entstehende elektrische Signal wird über einen Vorverstärker und ein Verbindungskabel zum Sichtgerät geleitet, wo es Zeile für Zeile ein Schwarzweiß-Bild aufbaut. Die abgestuften Grautöne entsprechen unterschiedlichen Temperaturen, wobei weiß warm und schwarz kalt bedeutet. Bei Bedarf kann das Bild invertiert werden, so daß sich ein umgekehrtes Schwarzweiß-Verhältnis ergibt. Neue Geräte liefern auch Farbthermogramme, was mit dem Bofors-Gerät nicht möglich ist.

Die Abbildungsgeschwindigkeit liegt bei vier Bildern pro Sekunde. Da der Bildschirm nachleuchtet, stört kein Flackern die genaue Beurteilung des Bildes.

Zur Dokumentation können die Schirmbilder mit einer Polaroid-Kamera abfotografiert werden, was allerdings auf Kosten der Genauigkeit geht.

Eine "thermal-band"-Schaltung ermöglicht das Arbeiten mit Isothermen. Dabei wird ein bestimmter Grauton - und damit ein bestimmtes Temperaturniveau - weiß getastet. Auf diese Weise

entstehen im Thermogramm weiße Linien, die alle Punkte gleicher Temperatur mit einander verbinden. Dadurch lassen sich die Temperaturdifferenzen zwischen den einzelnen Grautönen darstellen. Die Isothermen kann man kontinuierlich verschieben, so daß beliebige Temperaturen herausgegriffen werden können. Eine Skala im unteren Bereich des Bildschirmes erlaubt die direkte Ablesung von Temperaturdifferenzen zwischen zwei Punkten.

2. Beschreibung der Untersuchungsbedingungen

Die Untersuchungen fanden in einem ca. 25 qm großen, verdunkelten Raum statt. Da er im Tiefparterre lag, konnte die Temperatur zwischen 18° und 20° konstant gehalten werden.

Eine kühle Umgebungstemperatur führt zu einer Kontrastverstärkung der Temperaturverteilung der Hautoberfläche. Vasokonstriktion verhindert die Schweißabsonderung und beschränkt als Reaktion auf die kühlere Umgebung die Konduktion. Hierdurch wird der Aussagewert des Thermogramms günstig beeinflusst (K00B).

Die Patienten wurden aus einem Abstand von 2 m im Stehen untersucht. Die Hände wurden auf ein Tischchen mit Schaumstoffauflage gestützt. Nach einigen Versuchen ergab sich die für die Qualität der Bilder beste Haltung: Die Finger wurden stark gespreizt und die Hände sowohl bei palmaren als auch bei dorsalen Aufnahmen soweit wie möglich gegen den Unterarm abgewinkelt.

Meistens wurden die Hände paarweise abgebildet, was den besten Vergleich zuläßt. Bei starken Beugekontrakturen der Finger mußte jeweils die für die Aufnahme beste und für den Patienten schmerzloseste Stellung der Hand herausgesucht werden.

Die Bedingung, zu thermographierende Hautregionen mindestens 20 Minuten lang vor der Untersuchung unbekleidet zu lassen, war bei der Hand natürlich leicht zu erfüllen.

Außerdem wurde jeder Patient aufgeklärt, mindestens die letzte halbe Stunde vor Beginn der Untersuchung nicht zu rauchen. Der Einfluß des Rauchens auf die Blutzirkulation der Hand und damit auf Qualität und Auswertung der Bilder ist sehr groß.

HACKETT stellte fest, daß die Temperatur von Handfläche und Fingern wenige Minuten nach Beginn des Rauchens um $1\frac{1}{4}$ bis $2\frac{1}{2}$ Grad abnahm, je nachdem es sich um starke Raucher oder Nichtraucher handelte. (Abb. 2).

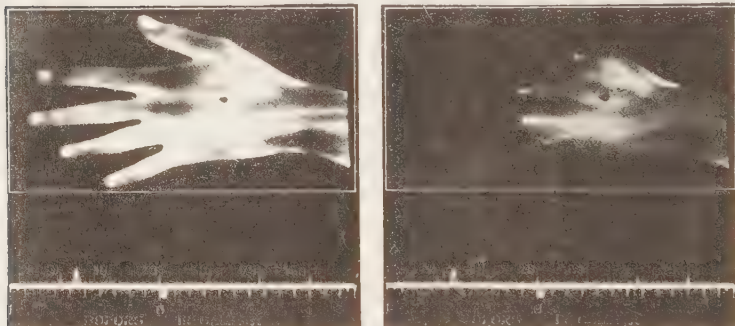


Abb. 2 Thermogramm einer Hand

a) nach 15-minütiger, ruhiger Lagerung

b) nach dem Genuß einer Filterzigarette

Aus: R. Wilhelm: Eine moderne Infrarot-Kamera für die medizinische Thermographie (Sonderdruck aus Electromedica 1, 1969 S. 1-5)

3. Verteilung der Temperaturzonen an der gesunden Hand

Bevor man sich an die thermographische Beurteilung der kranken Hand wagen kann, müssen zunächst gesunde Probanden untersucht werden und deren Thermogramme verglichen und ausgewertet werden.

Bei den Messungen an 9 Personen im Alter von 23 bis 64 Jahren wurde festgestellt, daß die Temperaturverteilung an der gesunden Hand große individuelle Unterschiede aufweist, was die Beurteilung erschwert.

Zunächst muß zwischen Handinnenfläche und Handrücken unterschieden werden. Im Gegensatz zu KOOB, der keine wesentlichen Unterschiede in der Temperaturverteilung beider Handseiten feststellte, wurden bei den eigenen Messungen verschiedenartige Temperaturverteilungsmuster gefunden.

Während palmar die wärmsten Bezirke ziemlich genau in der Mitte des Handtellers lagen (Abb. 3), imponierten am Handrücken die Venenstränge als warme Zonen. Da diese Gefäße sehr oberflächlich verlaufen, kann die abgestrahlte Wärme gut von der Infrarot-Kamera aufgezeichnet werden.

Das Verhalten der Fingerspitzen war je nach Beuge- oder Streckseite der Hand unterschiedlich. Beugeseitig lag die Temperatur unter der des Handtellers, während die Fingerspitzen streckseitig zusammen mit den Venen die größte Wärmeabgabe aufwiesen.

Dorsal wurde bei 8 von 9 Versuchspersonen im Bereich der distalen Drittel der Finger eine den Venen gleichhohe Temperatur gefunden. Die Differenz zum Handrücken betrug zwischen $0,8$ und $1,9^{\circ}$, sie lag durchschnittlich bei $1,2^{\circ}$.

Gegensätzlich dazu verhielten sich die Fingerspitzen der palma manus. Ihre Temperatur lag bei 8 Probanden zwischen $0,3$ und



Abb. 3

Normalthermogramm mit wärm-
stem Bezirk am Handteller



Abb. 4

Deutlich erkennbare Venen-
zeichnung auf der Dorsalseite
der Hand

3,1° u n t e r der des Handtellers (im Durchschnitt 1,7°). Nur eine Messung ergab keine Temperaturdifferenz zwischen Fingerspitze und Handteller.

Auffälligerweise lag die Fingerspitzentemperatur eines Probanden dorsal um 4° unter der des Handrückens. (Abb. 4). Da dieser Proband mit 64 Jahren der älteste der Versuchspersonen war, wurden als Erklärung dieser großen Differenz arteriosklerotische Gefäßprozesse angenommen, die die Durchblutung der Finger herabsetzen.

In 5 Fällen fiel ein gut abgrenzbarer Bezirk zwischen Daumenballen und Handgelenk auf, der deutlich kälter als die Umgebung war. (Abb. 5). Dieser kalte Bezirk wurde auch bei den Patienten mit DK häufig gefunden.



Abb. 5 Häufig nachweisbarer kalter Bezirk zwischen Daumenballen und Handgelenk

Ein Vergleich der Temperatur beider Hände miteinander ergab Differenzen bis zu 2° , im Durchschnitt lag sie bei $0,9^{\circ}$.

KOOB fand in 1/3 seiner Fälle eine Erhöhung der Hauttemperatur der linken Hand, nur in 11 % war die rechte Hand wärmer. Dieses Ergebnis konnte nicht bestätigt werden.

Zusammenfassend läßt sich sagen, daß die Variationsbreite der Temperaturen an der Hand sehr groß ist. Bei den eigenen Messungen lagen die Differenzen teilweise bei 4° und mehr. KOOB gibt sogar 6° an. Diese Temperaturschwankungen sind verständlich, wenn man sich die eingangs schon erwähnte Aufgabe der Extremitäten, insbesondere der Hand, bei der Regulation der Körperkern-temperatur ins Gedächtnis zurückruft.

SILBERSTEIN, der vergleichende Untersuchungen an Rücken, Abdomen und Brust anstellte, gab Temperaturunterschiede größer als 1° als pathologisch an.

In seiner Arbeit über die Bedeutung der Thermographie zur Beurteilung der Tiefe von Verbrennungen stellte auch HACKETT fest, daß ein Temperaturunterschied von über $2\frac{1}{2}^{\circ}$ über einander entsprechenden Körperstellen auf eine Verbrennung 3. Grades schließen läßt.

Bei der Hand kann man solch feste Grenztemperaturen zur Beurteilung auf keinen Fall heranziehen. Daraus ergibt sich, daß absolut gemessene Hauttemperaturen zur Beurteilung pathologischer Veränderungen der Hand nicht herangezogen werden können. (KOOB 1972).

4. Patientengut

Im Zeitraum von Januar bis Juli 1977 konnten 41 Patienten mit DK thermographiert werden. Darunter befanden sich nur 9 Frauen, es ergab sich ein Geschlechterverhältnis männlich zu weiblich von 32 : 9, d.h. 3,6 : 1.

Bei vielen Autoren findet sich eine stärkere Bevorzugung der männlichen Erkrankten, die Zahlen schwanken zwischen 5 : 1 und 11,6 : 1.

Das Alter der Patienten lag zwischen 29 und 75 Jahren, nur 5 waren unter 40 Jahre alt.

Die Erkrankung tritt meist erst in der 2. Lebenshälfte auf, bei den eigenen Untersuchungen ergab sich bei den Frauen ein Durchschnittsalter von 53 Jahren, bei den Männern von 52,3 Jahren.

Sowohl EARLY als auch HUESTON weisen darauf hin, daß die DK bei Männern wesentlich früher als bei Frauen auftritt. Dies konnte beim eigenen Patientengut bei einem Unterschied der Durchschnittsalter von nur 0,7 Jahren nicht bestätigt werden.

Bei 20 Erkrankten waren beide Hände befallen, bei den übrigen 21 10 mal die rechte und 11 mal die linke Hand.

Tabelle 1 Seitenverteilung der DK

	Anzahl d. Patienten	Anzahl d. Hän
Befall beider Hände	20	40
Befall der rechten Hand	10	10
Befall der linken Hand	11	11
Summe	41	61

Eine größere Erkrankungshäufigkeit der rechten Hand - auch bei Linkshändern - die MEISTER und MILLESI beschreiben, wurde nicht gefunden.

In über 90 % der Fälle waren der 4. und der 5. Strahl von der Verhärtung der Aponeurose betroffen, die sich bis in Ring- und Kleinfinger fortsetzte. Diese beiden Finger wiesen auch am häufigsten eine Kontraktur auf. In knapp 10 % der Fälle war der Mittelfinger betroffen und nur 1 mal der Zeigefinger. Hierbei handelte es sich um ein Rezidiv.

Eine Einteilung nach den klinischen Stadien der DK ergab folgendes Bild:

Tabelle 2 Verteilung der DK's auf die verschiedenen klinischen Stadien

Stadium	I	II	III	IV
Anzahl der Hände	13	22	14	6
			Summe	55

Abweichend von der Gesamtsumme der 61 untersuchten DK's ergibt sich bei der Stadieneinteilung eine Anzahl von 55. Der Unterschied erklärt sich dadurch, daß bei 6 Patienten Rezidive vorlagen, die nicht in klinische Stadien eingeteilt wurden. Die Rezidive werden später noch gesondert aufgeführt.

5. Temperaturverteilung bei der DK

Um eine gute Verlaufskontrolle zu erhalten, wurde angestrebt, bei jedem Patienten vor und nach der Operation Bilder anzufertigen. Dies gelang leider nicht immer, da das Thermographiegerät nur von Januar bis Juli 1977 zur Verfügung stand und innerhalb dieses Zeitraumes, unabhängig vom Operationstermin, alle Patienten mit einer DK thermographiert wurden. Es konnte in 11 Fällen der Verlauf vor und nach der Operation verfolgt werden, die übrigen Patienten wurden nur prä- oder postoperativ erfaßt.

Zur Auswertung der Bilder wurden 3 große Gruppen gebildet

- a) Präoperativ angefertigte Aufnahmen
- b) Postoperativ angefertigte Aufnahmen
- c) Rezidive

a) Präoperative Temperaturverteilung

Es wurde geprüft, ob der von der Erkrankung befallene Bezirk sich gegenüber seiner Umgebung kälter oder wärmer darstellte,

oder ob sich die Hand insgesamt nicht vom Thermogramm einer gesunden Hand unterschied.

Zur Beurteilung der DK wurde die Handinnenfläche herangezogen, da sich auf dem Handrücken keine Abweichung vom Normalthermogramm feststellen ließ.

Tabelle 3 Klinische Stadien in Beziehung zur Temperatur des erkrankten Bezirks

Klin. Stadium	Bezirk der DK			Summe
	kälter	wärmer	normal	
I	-	-	6	6
II	3	2	9	14
III	8	-	2	10
IV	4	-	-	4
Summe	15	2	17	
Anzahl der Hände insgesamt:				34

Tab. 3 zeigt, wie wichtig für die thermographische Beurteilung die Unterteilung der DK nach ihren klinischen Stadien ist. Durch diese Aufgliederung wurde ein recht differenziertes Ergebnis erhalten.

Keinerlei Abweichung vom Normalthermogramm der Hand wurde nur bei Stadium I gefunden.

Stadium II bietet kein einheitliches Bild, 9 von 14 Fällen unterscheiden sich jedoch nicht vom Normalthermogramm.

In Stadium III zeigt sich ein gegenüber den ersten beiden Stadien gegensätzliches Bild. Von 10 untersuchten DK's läßt sich bei 8 ein kälterer Bezirk abgrenzen.

Stadium IV zeigt alle 4 Kontrakturen kälter.



Abb. 6 a

DK im Stadium I (4. Finger li.).
Keine Veränderungen gegenüber
dem Normalbild



Abb. 6 b

DK im Stadium II (4. Finger re.).
Keine Veränderungen gegenüber
dem Normalbild

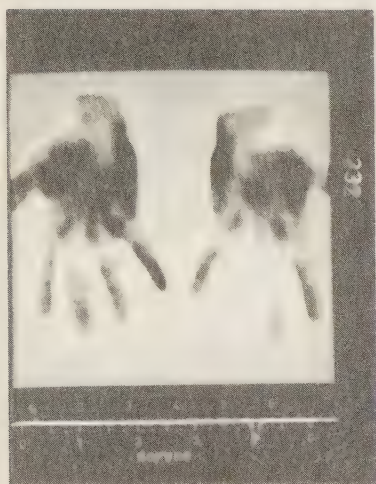


Abb. 6 c

DK im III. Stadium. Der betroffene Ringfinger der li. Hand ist um $2,6^{\circ}$ kälter

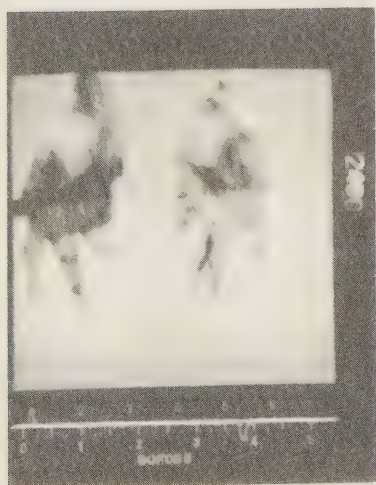


Abb. 6 d

DK im IV. Stadium. Der 5. Finger re. ist stark kontrahiert und dorsal um $3,4^{\circ}$ kälter. Zusätzlich li. DK im II. Stadium

Diese Ergebnisse überraschen nicht, da die Temperaturverteilung die Durchblutungsverhältnisse widerspiegelt. In den Stadien III und IV, die definitionsgemäß die stärksten Kontraktionen aufweisen, ist die Durchblutung am meisten beeinflusst. Die derben Bindegewebsstränge verdrängen die Gefäße, die Blutversorgung der stark angespannten Haut wird besonders beeinträchtigt und über die sich daraus ergebende Veränderung der Oberflächen-temperatur im Thermogramm gut sichtbar.

Die Abbildungen 6 a, b, c, d zeigen jeweils ein Stadium der DK: Bild a und b (Stadium I u. II) zeigen keinerlei Unterschied zum Thermogramm einer gesunden Hand.

Bild c (Stadium III) läßt deutlich den erkrankten 4. Strahl links erkennen. Der Ringfinger ist um $2,6^{\circ}$ kälter als der der anderen Hand.

Bild d (Stadium IV) zeigt den von einer starken Beugekontraktur befallenen Kleinfinger, der gegenüber den anderen Fingern der rechten Hand dorsal um $3,4^{\circ}$ kälter ist. Die in allen anderen Fällen an der ventralen Seite der Finger durchgeführte Messung war bei diesem Patienten wegen der starken Kontraktur nicht möglich. Der Patient war an der linken Hand ebenfalls erkrankt, der Ringfinger und besonders der kleine Finger sind kälter als die Umgebung. Es handelt sich um ein Stadium II.

Auffällig war der Befund zweier Patienten im II. Stadium, eines 66-jährigen Mannes und einer 50-jährigen Frau. Der erkrankte Bezirk war deutlich wärmer als die Umgebung. Eine sorgfältige Überprüfung der Anamnesen ergab keinen Hinweis, der zu einer Erklärung hätte führen können.

Der 66-jährige Patient war an beiden Händen erkrankt, rechts war ein I. und links ein II. Stadium diagnostiziert worden. (Abb. 7). Zunächst wurde links eine limitierte Fasziektomie vorgenommen.

Die Aufnahme vor der Operation (Abb. 7 a) zeigt, wie die gesamte linke Hand gegenüber der rechten erwärmt ist. Mit Hilfe der Isothermen konnte am betroffenen linken Ringfinger eine um $4,1^{\circ}$



Abb. 7 a

Die gesamte li. Hand einschließ-
lich des betroffenen Ringfingers
ist präoperativ wärmer als rechts



Abb. 7 b

Der operierte Ringfinger ist um
 $5,1^{\circ}$ wärmer als sein Gegenüber,
die übrigen Finger kommen nicht
zur Darstellung, da sie wesent-
lich kälter sind

höhere Temperatur als am entsprechenden Finger der anderen Seite gemessen werden. Weitere auffällige Temperaturdifferenzen fanden sich zwischen den kleinen Fingern ($3,3^{\circ}$), den Mittelfingern (2°) und den Handinnenflächen ($1,5^{\circ}$). Letztere unterscheiden sich normalerweise nur um einige Zehntel Grad.

Sechs Tage nach der Operation kann man auf der Übersichtsaufnahme der linken Hand die starke Überwärmung des Ringfingers weiterhin beobachten, (Abb. 7 b) die Temperaturdifferenz gegenüber der anderen Seite hat sogar auf $5,1^{\circ}$ zugenommen.

Die übrigen Finger der Hand kommen in einer Temperaturskala gar nicht zur Darstellung, sie sind postoperativ um durchschnittlich 3° kälter als vor der Operation.

Auch die 50-jährige Patientin litt an einer DK beiderseits. Die linke Seite war schon 1976 operiert worden. Rechts lag eine DK im II. Stadium vor. Der am stärksten betroffene Ringfinger ist $2,6^{\circ}$ wärmer als sein Gegenüber (Abb. 8).



Abb. 8 Der re. Ringfinger ist um $2,6^{\circ}$ wärmer als sein Gegenüber

Die eigenen Ergebnisse bei der Auswertung der präoperativen Aufnahmen unterscheiden sich von den Ergebnissen, die KOOB und HACKETT veröffentlichten.

Während KOOB in keinem Fall eine Abweichung vom Normalbefund feststellte, berichtet HACKETT von einem regelmäßig zu beobachtenden Temperaturabfall an den betroffenen Fingern.

b) Postoperative Temperaturverteilung

Die postoperativen Kontrollthermogramme wurden nach folgenden Gesichtspunkten ausgewertet: es wurde untersucht, ob die intraoperative Schnittführung an der Haut in Form einer Temperaturabweichung nachzuweisen ist und wie sich die Hand insgesamt nach dem Operationstrauma verhält.

Tabelle 4 Beurteilung der postoperativen Verhältnisse an der Hand

	Schnittführung		gesamte Hand		Normalbild
	kalt	warm	kalt	warm	
Stadium					
I	-	-	-	-	2
II	4	-	-	2	3
III	5	-	-	1	-
IV	1	-	-	1	-
Summe	10	-	-	4	5

Anzahl der Hände insgesamt: 19

Bei 10 von 19 Händen konnte im Bereich der Schnittführung ein kalter Bezirk festgestellt werden, während eine Erwärmung in dem Bereich in keinem Fall zu finden war.

Da die Aufnahmen meist innerhalb der ersten 14 Tage nach der Operation entstanden, überraschte dieses Ergebnis nicht. Bei vielen Patienten ist die Palmaraponeurose mit der Haut der Hohlhand ver-

wachsen, so daß diese bei der Operation stark in Mitleidenschaft gezogen wird. Die Gefäßversorgung wird beeinträchtigt, die Revaskularisation erfolgt langsam und normale Verhältnisse werden erst 4 bis 6 Monate nach der Operation erreicht (KOOB).

Der Bereich der Schnitfführung, in dem die Gefäße durchtrennt werden, zeigte sich in den ersten beiden postoperativen Wochen häufig als minderdurchblutet. Bei den eigenen Untersuchungen wurde innerhalb dieses Zeitraumes in keinem Fall eine Erhöhung der Hauttemperatur über dem Operationsfeld beobachtet.

KOOB, der Nachuntersuchungen bis zu einem halben Jahr anstellte, berichtet von einem Anstieg der Temperatur um 1,5 bis 2° drei Wochen nach der Operation, was er mit im Heilungsstadium verstärkter Vaskularisation in Zusammenhang bringt.

Bei den Patienten, die schon im I. Stadium der Erkrankung operiert wurden, zeigte sich keine Abweichung vom Normalbild. Die Schnitfführung war thermographisch nicht zu erkennen. In diesem frühen Stadium erweist sich die Operation als für die Hand nicht sehr belastender Eingriff.

Auch bei Patienten, die im II. Stadium der DK operiert wurden, fanden sich teilweise noch Normalthermogramme. Bei insgesamt 9 Fällen dieser Gruppe wurden 3 Normalbilder und 4 kalte Schnitfführungen festgestellt.

Bei 2 Patienten war die gesamte Hand postoperativ wärmer als vor der Operation und auch wärmer als die Gegenseite. Das Operationsfeld war nicht zu erkennen.

Im III. Stadium wurden 6 Patienten erfaßt. Erwartungsgemäß konnte bei diesen fortgeschrittenen Kontrakturen postoperativ in 5 Fällen die Schnitfführung als kalter Bezirk nachgewiesen werden.

Die Ausnahme bildet ein Patient, bei dem eine Überwärmung der gesamten Hand einschließlich des Operationsgebietes festgestellt wurde.

Im IV. Stadium konnte nur ein Patient thermographiert werden. Wieder fand sich eine überdurchschnittliche Erwärmung der operierten Hand, diesmal aber mit trotzdem gut sichtbarer kälterer Schnittführung.

Die 4 Fälle, bei denen unabhängig vom Stadium der DK die gesamte Hand postoperativ erwärmt war, wurden genauer untersucht: Bei 2 Patienten war bereits klinisch die Diagnose einer Infektion gestellt worden, was thermographisch bestätigt werden konnte.

Bei den übrigen beiden Patienten waren keinerlei Wundheilungsstörungen zu erkennen. Die thermographisch feststellbare Erwärmung der gesamten operierten Hand ließ auf eine über das Normalmaß hinausgehende verstärkte Durchblutung schließen. Dieser Zustand erfordert in jedem Falle erhöhte Aufmerksamkeit, da ein Weiterbestehen einer solchen Hyperämisierung häufig in das akute Stadium einer Sudeck-Dystrophie übergeht, deren thermographisches Hauptmerkmal die Hyperthermie der Haut ist, wie später noch beschrieben wird. Aus diesem Grund sollte jeder Patient, bei dem sich postoperativ eine Überwärmung der Hand entwickelt, sorgfältig kontrolliert werden. Vor allem die intensive krankengymnastische Behandlung trägt zu einer Normalisierung der Durchblutungsverhältnisse bei und kann die Entstehung eines Sudeck-Syndroms verhindern.

Bei 3 Patienten hatten sich infolge von Wundheilungsstörungen Dehissenzen gebildet. Ihre Thermogramme wurden gesondert ausgewertet:

Regelmäßig fand sich ein scharf abgegrenzter kalter Bezirk an der sekundär heilenden Stelle, der im Durchschnitt $1,1^{\circ}$ kälter war.

Ein Beispiel für eine Wundheilungsstörung mit Infektion der gesamten Hand ist Abb. 9 a, die die Hand eines 56-jährigen Mannes zeigt.



Abb. 9 a

Die gesamte re. Hand ist
infolge einer Infektion wärmer.
Bei dem scharf abgegrenzten
kalten Bezirk handelt es sich um
eine Wunddehiscenz.



Abb. 9 b

Die Isotherme wurde in den
Rand des Defektes gelegt und
zeigt dort einen Temperaturab-
fall von $1,2^{\circ}$ gegenüber der
Umgebung.

Elf Tage nach der Operation hatte sich eine Wunddehiszenz ausgebildet, die sich von der Grundphalanx des Ringfingers bis zur Mitte des Handtellers erstreckte. Mit Hilfe der Isotherme, die direkt auf die Ränder des Defektes gelegt wurde (Abb. 9 b), ließ sich ein Temperaturabfall von $1,2^{\circ}$ feststellen. Zusätzlich kann man die Überwärmung der gesamten Hand erkennen, was auf die begleitende Infektion hinweist.

Abb. 10 zeigt die Hand einer 65-jährigen Patientin mit deutlicher Kältezone im Bereich des Operationsfeldes. Die Schnittführung nach Bruner erstreckt sich vom kleinen Finger bis quer zur Mitte der Hohlhand. Das Gebiet liegt um 1° unter dem Temperaturniveau der Umgebung.

Zusammenfassend kann man sagen, daß die postoperativen Ergebnisse eine ähnliche Tendenz wie die Ergebnisse vor der Operation erkennen lassen:

Normalthermogramme werden nur in den ersten beiden Stadien der DK gefunden. Nach Operationen der Stadien III und IV läßt sich die Schnittführung als kalter Bezirk nachweisen, sofern nicht eine Infektion des Wundgebietes auftritt. Stadium II nimmt mit 4 erkennbaren Schnittführungen und 3 Normalthermogrammen eine Zwischenstellung ein.

c) Rezidive

Unter den untersuchten 41 Patienten befanden sich 6 Patienten mit einem Rezidiv.

Die Seitenverteilung war mit 3 Rezidiven an der rechten und 3 an der linken Hand ausgeglichen.

Das Durchschnittsalter der Rezidiv-Patienten lag mit 43,8 Jahren weit unter demjenigen aller Erkrankten, das bei 52,5 Jahren lag. Anscheinend neigen die bereits sehr früh auftretenden DK's stark dazu, trotz einer Operation erneut aufzutreten.



Abb. 10
Deutlich erkennbare Kältezone
zwischen Kleinfinger und ulnarer
Hohlhand, die die Schnitfführung
anzeigt

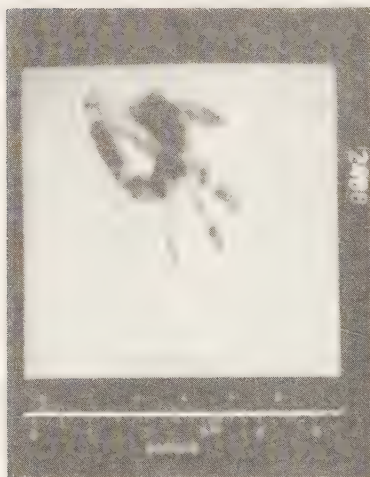


Abb. 11
Der kalte Bereich auf der Hohl-
hand entspricht alten OP-Narben.
Mittel- und Grundphalanx des
Kleinfingers sind von einem
Rezidiv befallen

Die Auswertung der präoperativen Bilder brachte auf den ersten Blick ein den schon untersuchten DK's ohne Rezidiv ähnliches Ergebnis:

Bei den 6 Patienten waren die befallenen Bezirke fünfmal kälter und nur einmal wärmer (s. Abb. 12 a) als die übrige Hand. Im Durchschnitt betrug der Temperaturabfall $2,9^{\circ}$, er schwankte zwischen $0,9^{\circ}$ und $3,9^{\circ}$.

Bei einem genauen Vergleich der Temperaturverteilung auf den Thermogrammen und den tatsächlich tastbaren Aponeurosenverhärtungen der Hände stellte sich heraus, daß nicht jedes kalte Gebiet auf den Aufnahmen mit den neu entstandenen Knoten zusammenfiel, sondern häufig im Bereich der alten Operationsnarben auftrat.

Abb. 11 zeigt die linke Hand eines 48-jährigen Mannes. Die von der ersten Operation zurückgebliebenen Narben liegen genau in der hellen - um $0,5^{\circ}$ kälteren - Zone auf der Hohlhand. Vom Rezidiv ist nur der Kleinfinger befallen, dessen Grund- und Mittelphalanx um $3,4^{\circ}$ kälter sind als die gegenüberliegende Seite. Auffallend ist die wieder wärmere, anscheinend normal durchblutete Fingerspitze.

Postoperativ konnten 4 Patienten untersucht werden. Es fanden sich zwei kalte Schnittführungen, die eindeutig von der Rezidivoperation stammten, da sie vorher nicht erkennbar waren. In beiden Fällen war jedoch die übrige Hand wärmer als die Gegenseite.

Bei einer Patientin konnte keine Veränderung zur präoperativen Aufnahme festgestellt werden, der operierte kleine Finger blieb kälter als die anderen Finger der Hand und als sein Gegenüber.

In einem Fall zeigte sich der befallene Kleinfinger nach der Operation kälter als vorher. Präoperativ war er um $0,3^{\circ}$ kälter gewesen als der kleine Finger der anderen Hand, nach der

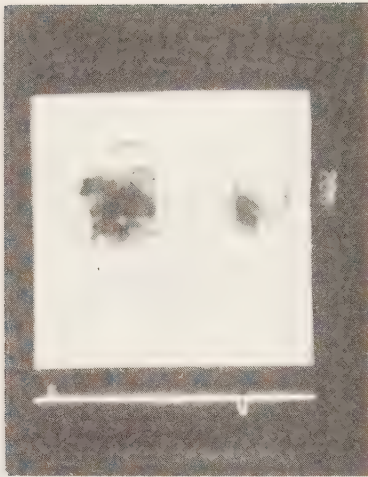


Abb. 12 a

Die re. Hand ist bereits
präoperativ um $0,5^{\circ}$ wärmer

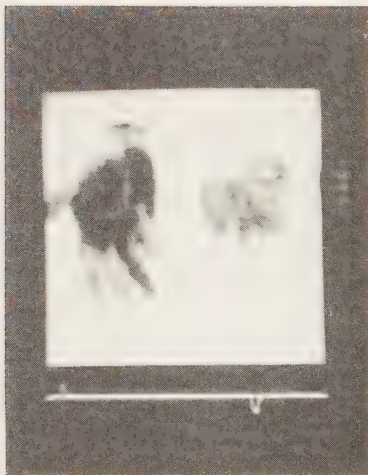


Abb. 12 b

Postoperativ imponiert der
Ringfinger, er ist $1,3^{\circ}$
wärmer als die übrigen Finger

Operation vergrößerte sich der Temperaturunterschied auf $5,6^{\circ}$. Bei der betroffenen Patientin handelte es sich um einen Sonderfall, sie entwickelte im weiteren postoperativen Verlauf ein Sudeck-Syndrom. Ihr Fall wird im folgenden Kapitel gesondert behandelt.

Abb. 12 a zeigt die Hand eines 42-jährigen Patienten mit einem Rezidiv rechts. Bereits präoperativ ist die Hand $0,5^{\circ}$ wärmer als die linke Seite. Dieser Temperaturunterschied bleibt postoperativ bestehen (Abb. 12 b), man erkennt zusätzlich die Schnittführung: zwei fast senkrecht aufeinanderstehende kalte Linien am Handteller, daneben einen sich bis zum Kleinfinger erstreckenden Bezirk, der noch zur Ulnarseite des Ringfingers einstrahlt. Mit Ausnahme dieses ulnaren Abschnitts ist der Ringfinger jedoch um $1,3^{\circ}$ überwärmt, ohne daß eine Infektion festzustellen war. Eine Überwärmung wurde postoperativ nur in diesem einen Fall gefunden.

Die recht unterschiedlichen Temperaturverteilungen erlauben keine eindeutige Beurteilung der Rezidive. Die vorangegangenen Operationen und die erneuten Kontrakturen verändern das Temperaturmuster der Hand individuell und auf sehr unterschiedliche Weise, sodaß die Thermographie keine Hinweise auf Schweregrad und postoperativen Verlauf geben kann.

6. Postoperative Entwicklung einer Sudeck'schen Dystrophie

Die Sudeck'sche Dystrophie wird von einzelnen Autoren recht unterschiedlich dargestellt und bewertet. Zusammenfassend kann man sagen, daß es sich bei der Erkrankung um eine neurovegetative Fehlsteuerung handelt, die besonders nach Frakturen und Operationen Dupuytren'scher Kontrakturen als Zweitkrankheit auftritt. Es ist jeweils ein Weichteil- mit dem dazugehörigen Knochensegment befallen.

Die Sudeck-Dystrophie nimmt einen stadienhaften Verlauf:

Im 1. akuten Stadium fallen vor allem Ödemneigung, Spontanschmerz, erhöhte Schweißsekretion und eine Überwärmung der beteiligten Hautgebiete auf.

Im 2. Stadium imponiert die zunehmende Entkalkung des Knochens als fleckige Aufhellung im Röntgenbild. die Haut wird atrophisch, kalt und cyanotisch.

In diesen beiden Stadien kann es zur vollständigen Remission aller Erscheinungen kommen.

Die im 3. Stadium auftretende Gelenkversteifung ist irreversibel.

Bei 3 Patienten, die an einer DK operiert wurden, wurde der Verdacht auf eine Sudeck-Dystrophie geäußert. Die Diagnose ist klinisch, vor allem im 1. Stadium der Erkrankung, schwer zu stellen, da erst im 2. Stadium Veränderungen auf dem Röntgenbild festzustellen sind. Die Hinzuziehung der Thermographie zur Erhärtung der Diagnose lag nahe, da eine Hyperthermie der Haut im 1. Stadium des Sudeck bekannt ist.

Untersucht wurden 2 Patienten, die an einer DK II. Grades operiert worden waren und 1 Patientin mit einer Rezidivoperation (vergl. Kap. 5 c).

Bereits vor dem Sudeck-Verdacht waren routinemäßig 7 - 14 Tage nach der Operation Aufnahmen angefertigt worden. Die Schnittführung war bei allen 3 Patienten als kalter Bezirk zu erkennen, pathologische Veränderungen im Sinne einer Sudeck-Dystrophie fanden sich nicht.

Bei den Kontrollbildern, die 3 - 6 Wochen nach der Operation aufgenommen wurden, konnte eine deutliche Erwärmung entweder der gesamten Hand oder der operierten Finger beobachtet werden.

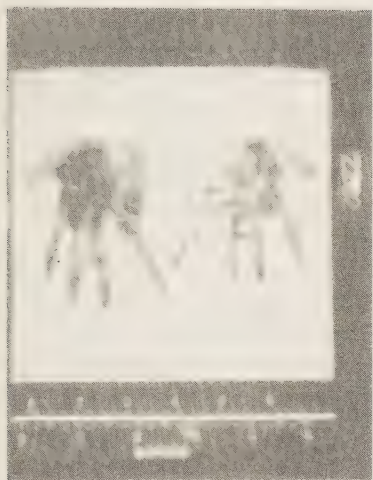


Abb. 13 a

Präoperativ: DK II. Grades II. an ulnarer Hohlhand und Klein- und Ringfinger

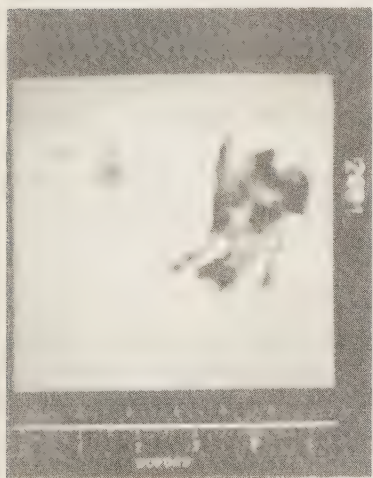


Abb. 13 b

Ein Monat nach der OP: Es hat sich ein Sudeck-Syndrom entwickelt, die linke Hand ist $2,3^{\circ}$ wärmer als die rechte

Anhand dieser Hyperthermie, die bei keinem anderen operierten Patienten zu diesem späten Zeitpunkt festgestellt wurde, konnte die Diagnose einer Sudeck-Dystrophie gestellt werden.

Beispielhaft ist der Fall eines 48-jährigen Patienten:

Am 14.2. 1977 erfolgte die stationäre Aufnahme. Am selben Tag wurde der Patient thermographiert (Abb. 13 a). Die DK kann man links auf der ulnaren Seite der Mittelhand zwischen Klein- und Mittelfinger als zwei übereinanderliegende, etwas kühlere quere Areale feststellen. Auch die Grundphalanx des Mittelfingers ist kühler. Der Befund ist nicht besonders ausgeprägt, die Erkrankung befindet sich erst im II. Stadium.

Am 17.2. 1977 wurde die limitierte Fasciektomie vorgenommen. Die erste postoperative thermographische Untersuchung erfolgte am 23.2. 1977, der Patient wurde außerdem ambulant nachuntersucht. Die Aufnahmen ließen keinen Unterschied zu den anderen postoperativen Bildern erkennen, die Schnittführung war als kalter Bezirk abzugrenzen.

Zwei Wochen später klagte der Patient über Schmerzen, der Verdacht auf eine Sudeck-Dystrophie wurde geäußert.

Am 14.3. 1977, also genau einen Monat nach der Operation, wurde erneut thermographiert (Abb. 13 b). Die präoperativ eher kalte linke Hand war stark hypertherm, der Temperaturunterschied zur rechten Seite betrug $2,3^{\circ}$.

Anhand der Thermographie konnte die Diagnose Sudeck-Dystrophie gesichert werden und der Patient einer entsprechenden Behandlung zugeführt werden.

III. DISKUSSION

Die Thermographiegeräte, die heutzutage in Gebrauch sind, liefern technisch einwandfreie Bilder, sofern einige Voraussetzungen erfüllt werden: man benötigt einen verdunkelten, nicht zu kleinen Untersuchungsraum mit konstanter Temperatur, die zu thermographierenden Hautpartien müssen mindestens 20 Minuten vor der Untersuchung unbedeckt gelassen werden, bei Aufnahmen der Hand darf der Patient eine halbe Stunde vor Beginn der Thermographie nicht rauchen.

Unter diesen Umständen ist mit guter Bildqualität zu rechnen, die technischen Probleme dürfen als gelöst betrachtet werden.

Bei der Untersuchung gesunder Probanden und dem Versuch der Erstellung eines Normalthermogramms ergaben sich teilweise andere Ergebnisse als in der Literatur beschrieben.

KOOB fand keine wesentlichen Unterschiede in der Temperaturverteilung von Streck- und Beugeseite der Hand. Bei den eigenen Messungen zeigten besonders die Fingerspitzen abhängig von der jeweiligen Handseite ein gegensätzliches Wärmemuster, d.h. streckseitig waren sie gegenüber dem Handrücken wärmer, beuge-seitig gegenüber dem Handteller kälter.

Ebenfalls keine Übereinstimmung mit KOOB und GROS ergab sich bei der Beurteilung des 1. Handstrahles, bei dem beide Autoren eine erhöhte Oberflächentemperatur beschreiben. In diesem Bereich konnte keinerlei Temperaturabweichung im Vergleich zur Umgebung festgestellt werden.

Bei der Beurteilung von Thermogrammen Gesunder darf man die großen Temperaturschwankungen, die an einer Hand und zwischen

beiden Händen auftreten können, keinesfalls als pathologisch ansehen. Durch ihre Aufgabe bei der Regulation der Körperkern-temperatur nimmt die Hand eine Sonderstellung gegenüber anderen Körperpartien ein, wo eine so große Variationsbreite der Temperatur auf ein krankhaftes Geschehen hindeuten würde.

Die Thermographie erlaubt nicht so sehr Messungen der absoluten Temperatur, die oft von geringer Bedeutung sind, sondern Messungen von Temperaturdifferenzen und -gradienten, wie GAUTHERIE hervorhob.

Viele Autoren betonen, daß die DK bei Frauen später als bei Männern auftritt. Beim Vergleich der Durchschnittsalter von männlichen und weiblichen Erkrankten konnte dies beim eigenen Patientengut nicht bestätigt werden.

MILLES I ist der Auffassung, daß die DK bei einem genügend langen Zeitintervall immer beide Hände befällt. Tatsächlich lag das Durchschnittsalter der an beiden Händen Erkrankten bei 55,9 Jahren, also um über 3 Jahre höher als beim gesamten Krankengut.

Die Auswertung der präoperativen Aufnahmen ergab, daß der Schweregrad der DK einen wesentlichen Einfluß auf die Durchblutungsverhältnisse und damit auch auf die Temperaturverteilung an der Hand besitzt.

Erkrankungen der klinischen Stadien I. und II ließen selten einen Unterschied gegenüber dem Normalthermogramm erkennen, während die fortgeschrittenen Kontrakturen der Stadien III und IV mit wenigen Ausnahmen als kalte Bezirke abzugrenzen waren.

Es zeigte sich, daß die Thermographie bei der präoperativen Beurteilung der DK zwar keine eindeutige Aussage zuläßt, aber

doch Hinweise auf den Schweregrad der Durchblutungsstörung und der Erkrankung überhaupt geben kann. Die endgültige Diagnose kann jedoch nur anhand des klinischen Erscheinungsbildes gestellt werden.

Dieses Ergebnis nimmt eine Mittelstellung gegenüber den widersprüchlichen Aussagen von KOOB und HACKETT ein.

KOOB untersuchte 37 Patienten mit DK. Er fand in keinem Fall eine Abweichung vom Normalbefund.

Ganz im Gegensatz dazu berichtet HACKETT von einem deutlichen Temperaturabfall an den betroffenen Fingern bei allen 46 thermographierten Patienten. Die Temperaturen lagen, verglichen mit den gesunden Fingern, um 1 - 3° tiefer. HACKETT betont, daß selbst ganz gering befallene Finger ("minimally affected fingers") diese Temperaturabweichungen aufweisen.

Gerade bei so gering befallenen Fingern - sie wären dem Stadium I zuzuordnen - konnte bei den eigenen Untersuchungen kein vom Normalthermogramm abweichendes Temperaturmuster gefunden werden.

Postoperativ ist die Thermographie zur Feststellung von evtl. auftretenden Infektionen und zur Darstellung der intraoperativen Schnitfführung gut geeignet.

Ähnlich den Ergebnissen vor der Operation läßt sich auch danach je nach Stadium der DK die Schnitfführung als kalter Bezirk nachweisen.

Stadium I und II zeigen postoperativ häufig Normalthermogramme, die bei den Stadien III und IV nicht mehr gefunden werden.

Durch die Schnitfführung werden Gefäße durchtrennt, was vor allem bei fortgeschrittener DK noch einige Zeit nach der Operation

im Thermogramm als kalte Zone sichtbar bleibt.

Bei infizierten Operations-Wunden zeigt sich je nach Schwere der Infektion ein räumlich begrenzter Temperaturanstieg oder eine Überwärmung der gesamten Hand.

Man sollte aber eine allgemeine Überwärmung der operierten Hand nicht nur im Hinblick auf eine Infektion des Wundgebietes beachten, sondern daran denken, daß sich im Gefolge einer gesteigerten Durchblutung eine Sudeck-Dystrophie entwickeln kann. In einem solchen Fall ist die frühzeitige krankengymnastische Behandlung besonders wichtig um die Durchblutung zu normalisieren und den Übergang in ein Sudeck-Syndrom zu verhindern.

Nicht geeignet sind thermographische Methoden zur Beurteilung von Rezidiven der DK. Die vorangegangenen Operationen, die dabei entstandenen Narben und die erneuten Kontrakturen verändern die Temperaturverteilung an der Hand so stark, daß keine Aussagen gemacht werden können.

Während die thermographischen Aufnahmen bei der DK und vor allem bei ihren Rezidiven keine einheitlichen Ergebnisse liefern und nicht zur Diagnosestellung beitragen, ist die frühzeitige Diagnostik der Sudeck-Dystrophie ein lohnendes Anwendungsgebiet der Thermographie. Lang bevor im Röntgenbild Symptome auftreten, kann die Hyperthermie des erkrankten Gebietes thermographisch erfaßt werden.

Auch KOOB berichtet von guten Ergebnissen bei der thermographischen Beurteilung der Sudeck-Dystrophie. Er konnte sowohl die vermehrte Wärmeabgabe im Anfangsstadium der Erkrankung als auch die im dystrophischen Stadium abfallende Hauttemperatur nachweisen.

Die Thermographie läßt eine einfache, den Patienten kaum belastende Untersuchung zu. Ihre vielfältigen Anwendungsmöglichkeiten werden leider wenig genutzt, die Diagnostik von Mammatumoren ist das einzige Gebiet, auf dem die Thermographie bereits routinemäßig Anwendung findet. In der Chirurgie sollte gerade bei der Sudeck-Dystrophie von der Thermographie als einziger Möglichkeit zur frühzeitigen Sicherung der Diagnose Gebrauch gemacht werden.

IV. ZUSAMMENFASSUNG

Ein kurzer Überblick zeigt die Bedeutung der Körpertemperatur des Menschen. Da die Kerntemperatur durch ein kompliziertes Regelungssystem konstant gehalten wird, sind Abweichungen von der normalen Wärmeverteilung Ausdruck eines pathologischen Geschehens und lassen sich als diagnostisches Mittel heranziehen.

Die Thermographie ist eine objektive Methode zur Messung der Oberflächentemperatur der Haut, die unter Ausnutzung der abgegebenen Infrarot-Strahlung erfaßt wird.

Seit Anfang der sechziger Jahre findet die Thermographie in den verschiedensten medizinischen Bereichen Verwendung, so z.B. auch in der Handchirurgie.

Das Krankheitsbild der DK, das mit Hilfe der Thermographie beurteilt werden soll, wird kurz beschrieben.

Um sich ein Bild über die Arbeit mit dem Thermographiegerät zu machen, wird die Funktionsweise der benutzten Wärmekamera dargestellt.

Die Untersuchungsbedingungen einschließlich einiger wichtiger Voraussetzungen zum Gelingen der Untersuchungen werden aufgeführt.

Vor der Beurteilung der DK wurde versucht, ein Thermogramm der gesunden Hand aufzustellen.

Die Auswertung der DK wurde nach prä- und postoperativem Erscheinungsbild der Erkrankung vorgenommen, Rezidive und nach der Operation aufgetretene Sudeck-Dystrophien wurden

getrennt beurteilt.

Die Thermographie zeigte sich als gute Methode zum Nachweis von Durchblutungsstörungen an der Hand bei fortgeschrittenen DK's. Postoperativ ließ sich in vielen Fällen die Schnittführung als kalter Bezirk erkennen, bei evtl. auftretenden Infektionen zeigte sich eine örtlich begrenzte oder die ganze Hand betreffende Überwärmung.

Während die Thermographie bei den Rezidiven keine eindeutige Aussage zuließ, war sie zur frühzeitigen Diagnose von Sudeck-Dystrophien sehr gut geeignet.

V. LITERATURVERZEICHNIS

1. Abbes M.: Value of Thermography in the Study of Skin Grafts and Flaps
Ann. Chir. Plast. 19 (1974) S. 325-34
2. Berger A.: Aussprache zu: Thermographie zur Prüfung der Vitalität von Hautlappen
Chir. Plast. Reconstr. 8 (1970) S. 31
3. Dardour J.C.: Thermographie und Handtrauma
Ann. Chir. Plast. 20 (1975) S. 45-51
4. Early P.F.: Population studies in Dupuytren's contracture
J. Bone Jt Surg. Bd. 44 (1962) S. 602-13
5. Gershon-Cohen J.: Medical Thermography. A. Summary of current Status
Amer. J. Roentgen 94 (1965) S. 735-40
6. Gros Ch.: Anwendungsmöglichkeiten der Thermographie Fortschritte auf dem Gebiet d. R8-St.
Bd. 106, (1967) S. 561-67
7. Gros Ch.: Thermographie des affections thumatismales de la main et du poignet
Rhumatologie 20 (1968) S. 51-64
8. Hackett M.E.J.: The Use of Thermographie in the Assessment of Depth of Burn and Blood Supply of Flaps, with preliminary Reports on its Use in Dupuytren's contracture and Treatment of Varicose Ulcers
Br. J. Plast. Surg. 27 (1974) S. 311-17

9. Hardy J.D.: Summary Review of the Influence of the thermal Radiation on human Skin
US Naval Air Station Dev. Center Rep.
NADAC-MA 5415
Johnsonville, Pa (1954)
10. Hensel H.: Temperaturregulation
Keidel: Lehrbuch der Physiologie, 2. Aufl.
(1970) S. 219. Thieme-Verlag, Stuttgart
11. Huber C.J.: Hand and Thermography
Ann. Chir. 29 (11) (1975) S. 1025-33
12. Hueston J.: Dupuytren's contracture
Livingstone, Edinburgh 1963
13. Idelberger K.: Dupuytren'sche Kontraktur
Idelberger: Lehrbuch der Orthopädie (1970)
S. 244 Springer-Verlag, Berlin, Heidelberg,
New York
14. Koob E.: Infrarotthermographische Befunde in der
Handchirurgie
Handchirurgie 4 (1972) S. 123-26
15. Lawson R.N.: Implications of surface Temperatures in the
Diagnosis of Breast Cancer
Canad. Med. Ass. J. 75 (1956) S. 309-10
16. Meister P.: Palmarfibromatose (M. Dupuytren)
Münch. Med. Wschr. 120 (1978) S. 93-98
17. Millesi M.: Dupuytren'sche Kontraktur
Deutsch. Med. Wschr. 95 (1970) S. 1702
18. Nigst H.: Handchirurgie
Allgöwer: Allg. u. Spez. Chirurgie, 2. Aufl.
(1973) S. 437 Springer-Verlag, Berlin,
Heidelberg, New York

19. Patterson T.J.S.: Thermographie zur Prüfung der
Vitalität von Hautlappen
Chir. Plast. Reconstr. 8 (1970) S. 21-25
20. Reifferscheid M.: Dupuytren-Kontraktur
Reifferscheid: Chirurgie, 3. Aufl. (1974)
S. 509 Thieme-Verlag, Stuttgart
21. Silberstein E.B.: Thermographically measured normal Skin
Temperature asymmetry in the human male
Cancer 36 (4) S. 1506-10

Herrn Professor Dr. med. J. Geldmacher
danke ich für die Überlassung des Themas
und für die freundliche Unterstützung
bei dieser Arbeit.

Für die hilfreiche Diskussion und Beratung
danke ich den Herren Dr.med. B. Lentzen
und Dr. med. H.J. Schmid.

LEBENS LAUF

Name: Marlis Kauder-Nowak

Geboren: 17. Juli 1953 in Berlin

Eltern: Rudolf Kauder, Ingenieur und Ingeborg Kauder,
geb. Henke, Hausfrau

Auslandsaufenthalt: 1960 bis 1963 in Bogotá /Columbien

Volksschule: Mai 1960 Einschulung in die deutsche Schule
von Bogotá
von Sept. 1963 bis Sept. 1964 Michael-Poeschke-Schule
in Erlangen

Gymnasium: Sept. 1964 Ohm-Gymnasium in Erlangen

Abitur: Mai 1973

Studium: WS 1973/74 Studium der Physik an der FAU Erlangen
Ab SS 1974 Studium der Medizin
26. Aug. 1975 Ärztl. Vorprüfung
31. Aug. 1976 1. Abschnitt der ärztl. Prüfung
15. März 1979 2. Abschnitt der ärztl. Prüfung
10. April 1980 schriftl. Teil des 3. Abschnitts
der ärztl. Prüfung
12. Mai 1980 mündl. Teil des 3. Abschnitts der
ärztl. Prüfung
30. Juni 1980 Approbation als Ärztin

Heirat: 14. Oktober 1977 mit dem Medizinalassistenten
Dr. Helmut Nowak.

Erlangen, im Juli 1980

Marlis Kauder-Nowak

Druck: Offsetdruckerei Karl Döres, 8520 Erlangen, Jägerstr. 3, Inh. B. Lengenfelder